

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003 年 7 月 17 日 (17.07.2003)

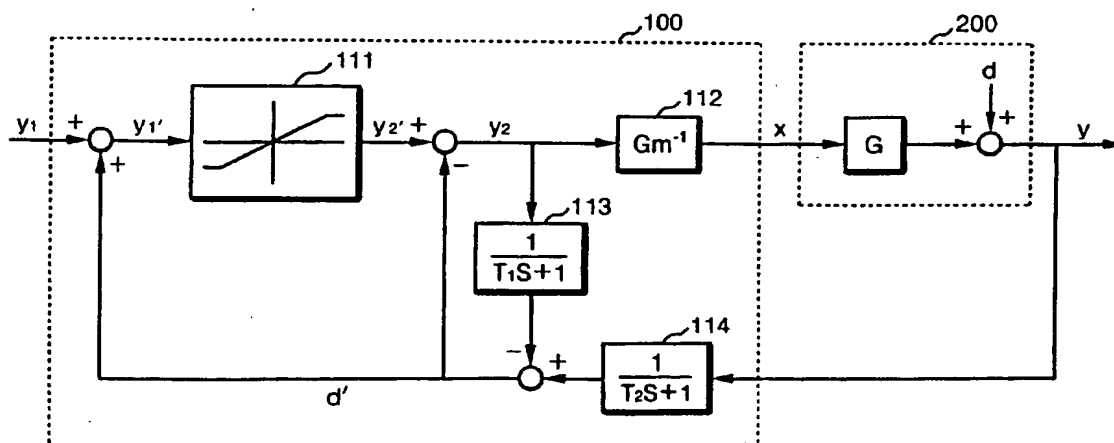
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/058355 A1

- (51) 国際特許分類: G05B 11/36 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 竹中 透 (TAKE-NAKA, Toru) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県 和光市 中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/13593
- (22) 国際出願日: 2002 年 12 月 26 日 (26.12.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 佐藤 辰彦, 外 (SATO, Tatsuhiko et al.); 〒151-0053 東京都 渋谷区 代々木 2-1-1 新宿マインズタワー 16 階 Tokyo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): JP, KR, US.
- (30) 優先権データ:  
特願 2001-399422  
2001 年 12 月 28 日 (28.12.2001) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FR, GB).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒107-8556 東京都 港区 南青山二丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称: 制御システム



(57) Abstract: A control system that constantly and accurately controls a controlled variable to within an allowable range. The control system estimates a steady-state deviation  $d$  in a controlled object as a steady-state deviation estimation value  $d'$  based on a controlled variable  $y$  and a final target value  $y_2$ . A controlled variable  $y$  in a controlled object according to an initial target value  $y_1$  is estimated, based on an initial target value  $y_1$  and a steady-state deviation estimation value  $d'$ , as a primary estimation value  $y_1'$ . When a primary estimation value  $y_1'$  is within an allowable range, a final target value  $y_2$  agreeing with an initial target value  $y_1$  is determined, while, when a primary estimation value  $y_1'$  is out of an allowable range, a final target value  $y_2$  is determined based on at least the boundary value of the allowable range. And, a manipulate variable  $x$  is determined according to a final target value  $y_2$ .

[続葉有]



---

(57) 要約:

制御量が許容範囲から外れないように、安定且つ精度よく制御され得る制御システムを提供する。本発明の制御システムによれば、制御量  $y$  及び最終目標値  $y_2$  に基づき、制御対象における定常偏差  $d$  が、定常偏差推定値  $d'$  として推定される。また、少なくとも初期目標値  $y_1$  及び定常偏差推定値  $d'$  に基づき、初期目標値  $y_1$  に応じた制御対象の制御量  $y$  が、1次推定値  $y_1'$  として推定される。さらに1次推定値  $y_1'$  が許容範囲内にある場合は初期目標値  $y_1$  に一致する最終目標値  $y_2$  が決定される一方、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲から外れている場合は少なくとも該許容範囲の境界値に基づき最終目標値  $y_2$  が決定される。そして、最終目標値  $y_2$  に応じて操作量  $x$  が決定される。

## 明 細 書

## 制御システム

## 5 技術分野

本発明は、制御対象の制御量を制御するシステムに関する。

## 背景技術

( ) 従来、制限機能のついた制御システムとして、図 1 2 に示す制御システム A により、当該制御システム A の制御対象 B の出力（制御量） $y$  が  
10 制御されていることが知られている。

制御システム A は操作量決定ユニット  $A_1$  と、リミッタ  $A_2$  と、積分ユニット  $A_3$  とを備えている。

操作量決定ユニット  $A_1$  は伝達要素  $G_0$  を有し、目標値  $y_0$  と、制御  
15 量  $y$  との偏差  $y_0 - y$  に応じ、次式 (a) に従って 1 次操作量  $x_1$  を出力する。

$$x_1 = G_0 \cdot (y_0 - y) \quad \cdots (a)$$

リミッタ  $A_2$  は 1 次操作量  $x_1$  の入力に応じて 2 次操作量  $x_2$  を出力する。具体的にはリミッタ  $A_2$  は、1 次操作量  $x_1$  が一定範囲内にある  
20 場合、1 次操作量  $x_1$  をそのまま 2 次操作量  $x_2$  として出力する。一方、リミッタ  $A_2$  は 1 次操作量  $x_1$  が一定範囲から外れている場合、当該範囲の境界値を 2 次操作量  $x_2$  として出力する。

積分ユニット  $A_3$  は積分要素  $K/s$  を有し、2 次操作量  $x_2$  と制御量  $y$  との差の入力に応じて次式 (b) に従って最終的な操作量  $x$  を出力す  
25 る。

$$x = (K/s) \cdot (x_2 - y) \quad \cdots (b)$$

制御対象 B は伝達要素 G を有し、操作量  $x$  の入力に応じ、次式 (c) に従って制御量  $y$  を出力する。

$$y = G \cdot x + d \quad \cdots (c)$$

ここで「 $d$ 」は制御対象 B における定常偏差（オフセット）を表す。

- 5 前記構成の制御システム A によれば、1 次操作量  $x_1$  に応じた制御量  $y$  が「許容範囲」から外れそうな場合、リミッタ  $A_2$  により 1 次操作量  $x_1$  が一定範囲内に制限される形で 2 次操作量  $x_2$  が決定される。これにより制御量  $y$  が「許容範囲」内に収まるような制御が図られている。

- また、積分ユニット  $A_3$  と、積分ユニット  $A_3$  の直上流にある加算器  
10  $A_4$  からなるフィードバックループとにより、制御対象 B の定常偏差  $d$  が打ち消されるように制御量  $x$  が決定される。これにより、定常偏差  $d$  がある場合でも、制御量  $y$  が許容範囲内に収まるように制御され得る。

- しかし、積分ユニット  $A_3$  におけるゲイン係数  $K$ （式 (b) 参照）が  
大きいと、前記フィードバックループが不安定になって発振したり、振  
15 動したりするため、ゲイン係数  $K$  を低く抑える必要がある。このため、  
制御システム A に入力される目標値  $y_0$  に対し、制御対象 B から出力さ  
れる制御量  $y$  の応答性が低下してしまう。このため、目標値  $y_0$  に対す  
る制御量  $y$  の誤差（ぶれ）が大きくなって制御精度が低下するとともに、  
制御量  $y$  が許容範囲から外れてしまうおそれがある。

- 20 そこで、本発明は、制御量が許容範囲から外れないように、安定且つ  
精度よく制御され得る制御システムを提供することを解決課題とする。

#### 発明の開示

- 本発明は、操作量  $x$  を通じて制御対象の制御量  $y$  が制御される制御シ  
25 ステムに関する。

前記課題を解決するための本発明の制御システムは、制御量  $y$  及び最

終目標値  $y_2$  に基づき、制御対象における定常偏差  $d$  を、定常偏差推定値  $d'$  として推定する定常偏差推定手段と、少なくとも初期目標値  $y_1$  及び定常偏差推定値  $d'$  に基づき、初期目標値  $y_1$  に応じた制御対象の制御量  $y$  を、1次推定値  $y_1'$  として推定する1次推定手段と、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲内にある場合は初期目標値  $y_1$  に一致する最終目標値  $y_2$  を決定する一方、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲から外れている場合は少なくとも該許容範囲の境界値に基づき最終目標値  $y_2$  を決定する目標値決定手段と、最終目標値  $y_2$  に応じて操作量  $x$  を決定する操作量決定手段とを備えていることを特徴とする。

- 10 本発明によれば、1次推定値  $y_1'$  (=定常偏差  $d$  を考慮した上での制御量  $y$  の推定値) が許容範囲内にある場合、初期目標値  $y_1$  に一致する(略一致する場合も含まれる。)最終目標値  $y_2$  が決定される。即ち、制御システムにおける初期目標値  $y_1$  から最終目標値  $y_2$  に到るまでの伝達要素(目標値決定手段の伝達要素も含まれる。)が「1」とみなされ得る。そして、最終目標値  $y_2$  に応じて操作量  $x$  が決定され、さらにこの操作量  $x$  を通じて制御量  $y$  が制御される。

初期目標値  $y_1$  がそのまま最終目標値  $y_2$  として決定され、さらに操作量  $x$  が決定されるため、初期目標値  $y_1$  に対する操作量  $x$  ひいては制御量  $y$  の位相遅れを著しく低減させることができる。

- 20 また、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲から外れている場合、この許容範囲の「境界値」に基づき最終目標値  $y_2$  が決定される。これにより、定常偏差  $d$  がある場合でも制御量  $y$  が許容範囲から外れないように制御され得る。

- 従って、本発明によれば、定常偏差  $d$  が考慮された上で2次推定値  $y_2'$  が許容範囲内に収まるように決定されることに加え、初期目標値  $y_1$  に対する制御量  $y$  の位相遅れが抑制されることで、制御量  $y$  が許容範

囲から外れないように安定且つ精度よく制御され得る。

なお、制御量  $y$  は 1 次元（スカラ状）であるか、複数次元（ベクトル状）であるかを問わない。

また本発明は、定常偏差推定手段が、制御量  $y$  と、最終目標値  $y_2$  を  
5 ローパスフィルタ又は遅延手段に通した値との差を定常偏差推定値  $d'$  として推定することを特徴とする。

さらに本発明は、定常偏差推定手段が、制御量  $y$  をローパスフィルタ  
又は遅延手段に通した値と、最終目標値  $y_2$  をローパスフィルタ又は遅  
延手段に通した値との差を定常偏差推定値  $d'$  として推定することを特  
10 徴とする。

また本発明は、定常偏差推定手段が、制御量  $y$  と、最終目標値  $y_2$  と  
の差をローパスフィルタ若しくは遅延手段に通した値を定常偏差推定値  
 $d'$  として推定することを特徴とする。

本発明によれば、ローパスフィルタ又は遅延手段により定常偏差推定  
15 値  $d'$  の発振が抑制されるので、定常偏差推定値  $d'$  が正確に推定され  
得る。そして、この定常偏差推定値  $d'$  に基づく 1 次推定値  $y_1'$  が許  
容範囲内にあるか否かに応じて最終目標値  $y_2$  が決定され、その上で制  
御量  $y$  が制御される。これにより、定常偏差  $d$  の有無に関わらず、制御  
量  $y$  が許容範囲から外れないように安定に制御され得る。

20 なお「遅延手段」とは、デジタル回路において前回値を保存しておい  
て、次の回（今回）に出力する手段を意味する。

さらに本発明は、1 次推定手段が初期目標値  $y_1$  と定常偏差推定値  
 $d'$  との和、又は該和  $y_1 + d'$  をローパスフィルタ若しくは遅延手段  
に通した値を 1 次推定値  $y_1'$  として推定することを特徴とする。

25 本発明によれば、初期目標値  $y_1$  及び定常偏差推定値  $d'$  に基づき、  
1 次推定値  $y_1'$  が正確に決定され得る。これにより、制御量  $y$  が許容

範囲から外れないように安定に制御され得る。

また本発明は、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲内にある場合は1次推定値  $y_1'$  をそのまま2次推定値  $y_2'$  として推定する一方、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲から外れている場合は該許容範囲内の値を2次推定値  $y_2'$  として推定する2次推定手段を備え、目標値決定手段が2次推定値  $y_2'$  及び定常偏差推定値  $d'$  に基づき最終目標値  $y_2$  を決定することを特徴とする。

さらに本発明は2次推定手段が1次推定値  $y_1'$  に基づき、1次推定値  $y_1'$  から2次推定値  $y_2'$  への連続又は滑らかな写像に従って2次推定値  $y_2'$  を決定することを特徴とする。

本発明によれば、連続又は滑らかな写像に従って2次推定値  $y_2'$  が決定されることで、制御量  $y$  が連続又は滑らかに制御される。

なお、写像  $f$  が「連続」であるとは、点  $a$  と点  $b$  との距離（距離ノルム）を0に収束させたとき、写像  $f(a)$  及び  $f(b)$  の間の距離も0に収束すること、変数  $p$  が連続なら写像  $f(p)$  も連続であることを意味する。また、写像  $f$  が「滑らか」であるとは、写像  $f$  の  $grad$ （グラジエント）が連続であることを意味する。

また本発明は、目標値決定手段が2次推定値  $y_2'$  から定常偏差推定値  $d'$  を減じることにより最終目標値  $y_2$  を決定することを特徴とする。

さらに本発明は、目標値決定手段が制御量  $y$  と2次推定値  $y_2'$  との差、又は2次推定値  $y_2'$  と、制御量  $y$  をローパスフィルタ若しくは遅延手段に通した値との差に基づき、該差を0に収束させる制御則に従って最終目標値  $y_2$  を決定することを特徴とする。

また本発明は、目標値決定手段が制御量  $y$  と2次推定値  $y_2'$  との差、又は制御量  $y$  をフィルタ若しくは遅延手段に通した値と2次推定値  $y_2'$  との差を、少なくとも積分を有する伝達要素に通すことにより、最

終目標値  $y_2$  を決定することを特徴とする。

本発明によれば、1次推定値  $y_1'$  が初期目標値  $y_1$  及び定常偏差推定値  $d'$  の和、又は当該和に相当し、且つ、許容範囲内に収まっている場合、初期目標値  $y_1$  に一致（又は略一致）する最終目標値  $y_2$  が決定され得る。これにより、定常偏差  $d$  の有無に関わらず、制御量  $y$  が許容範囲内に収まるように安定に精度よく制御され得る。

さらに本発明は、操作量決定手段が制御対象の伝達関数  $G$  との間で  $G m^{-1} \cdot G \doteq 1$  という関係を満たす伝達関数  $G m^{-1}$  を有することを特徴とする。

10 本発明によれば、制御対象における操作量  $x$  に対する制御量  $y$  の位相遅れがあっても、当該位相遅れを補償することができる。従って、最終目標値  $y_2$  に応じた操作量  $x$  に従って制御量  $y$  が精度よく安定に制御され得る。

## 15 図面の簡単な説明

図1は本発明の第1実施形態の制御システムの構成説明図であり、図2は本発明の第2実施形態の制御システムの構成説明図であり、図3は本発明の第3実施形態の制御システムの構成説明図であり、図4は本発明の第4実施形態の制御システムの構成説明図であり、図5は本発明の第5実施形態の制御システムの構成説明図であり、図6は本発明の第6実施形態の制御システムの構成説明図であり、図7（a）及び図7（b）は許容範囲（1次元）の説明図であり、図8は第6実施形態における制御対象であるマニピュレータの構成説明図であり、図9は許容範囲（2次元）の説明図であり、図10は許容範囲（ $n$ 次元）に鑑みた $n$ 次元の写像の説明図であり、図11は本発明の他の実施形態の制御システムの構成説明図であり、図12は従来の制御システムの構成説明図で



ある。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施形態について図面を用いて説明する。

- 5      まず、本発明の第1実施形態の制御システムについて図1及び図7を用いて説明する。

図1に示す第1実施形態の制御システム100は、リミッタ111と、逆モデル演算部112と、第1フィルタ113と、第2フィルタ114とを備えている。また、制御システム100は操作量 $x$ を通じて制御対象200の制御量 $y$ を制御する。

リミッタ111は「2次推定手段」を構成し、1次推定値 $y_1'$ の入力に応じ、次式(1)で表される写像関数(図7(a)参照)に従って2次推定値 $y_2'$ を決定・出力する。

$$\begin{aligned}
 y_2' = & y_1' \quad (\text{if } y_- \leq y_1' \leq y_+) \\
 & y_+ \quad (\text{if } y_+ < y_1') \\
 & y_- \quad (\text{if } y_1' < y_-) \quad \cdots (1)
 \end{aligned}$$

15

即ち、リミッタ111は1次推定値 $y_1'$ が許容範囲 $[y_-, y_+]$ 内にある場合、1次推定値 $y_1'$ に一致する2次推定値 $y_2'$ を決定する。また、リミッタ111は1次推定値 $y_1'$ が許容範囲 $[y_-, y_+]$ の上限値 $y_+$ を超える場合、当該上限値 $y_+$ に一致する2次推定値 $y_2'$ を決定する。さらにリミッタ111は1次推定値 $y_1'$ が許容範囲 $[y_-, y_+]$ の下限値 $y_-$ を下回る場合、当該下限値 $y_-$ に一致する2次推定値 $y_2'$ を決定する。

20

リミッタ111の特性を表す写像関数としては図7(b)に示されるS字曲線等の連続且つ滑らかな写像関数であってもよい。また、飽和特性を有する写像関数の設定容易のため許容範囲 $[y_-, y_+]$ が予め設

25

定されていてもよいが、許容範囲  $[y_-, y_+]$  が諸条件に応じて逐次変更されてもよい。

逆モデル演算部 112 は「操作量決定手段」を構成し、制御対象 200 の伝達要素  $G$  との間で次式 (2) で表される関係を有する伝達要素  $G m^{-1}$  を有し、最終目標値  $y_2$  の入力に応じて次式 (3) に従って操作量  $x$  を出力する。

$$G m^{-1} \cdot G \doteq 1 \quad \cdots (2)$$

$$x = G m^{-1} \cdot y_2 \quad \cdots (3)$$

第 1 フィルタ 113 及び第 2 フィルタ 114 は「定常偏差推定手段」を構成する。第 1 フィルタ 113 は時定数  $T_1$  の 1 次遅れフィルタであり、最終目標値  $y_2$  が入力される。第 2 フィルタ 114 は時定数  $T_2$  の 1 次遅れフィルタであり、制御量  $y$  が入力される。そして、第 1 フィルタ 113 及び第 2 フィルタ 114 の出力に基づき、次式 (4) に従って定常偏差推定値  $d'$  が決定される。

$$d' = y \cdot \{1 / (T_2 s + 1)\} - y_2 \cdot \{1 / (T_1 s + 1)\} \quad \cdots (4)$$

初期目標値  $y_1$  及び定常偏差推定値  $d'$  に基づき、次式 (5) に従って 1 次推定値  $y_1'$  が決定された上でリミッタ 111 に入力される。

$$y_1' = y_1 + d' \quad \cdots (5)$$

また、2 次推定値  $y_2'$  及び定常偏差推定値  $d'$  に基づき、次式 (6) に従って最終目標値  $y_2$  が決定された上で逆モデル演算部 112 に入力される。

$$y_2 = y_2' - d' \quad \cdots (6)$$

第 1 フィルタ 113 の時定数  $T_1$  及び第 2 フィルタ 114 の時定数  $T_2$  は、逆モデル演算部 112 と制御対象 200 との直列系の位相遅れを考慮し、1 次推定値  $y_1'$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れた場合の

制御対象 2 0 0 の安定性を確保し得る程度に大きく設定される。一方、時定数  $T_1$  及び  $T_2$  は、1 次推定値  $y_1'$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れた場合に制御対象 2 0 0 の応答性が低下しない程度に小さく設定されている。

- 5 制御対象 2 0 0 は伝達要素  $G$  を有し、操作量  $x$  に応じて次式 (7) に従って制御量  $y$  を出力する。

$$y = G \cdot x + d \quad \cdots (7)$$

ここで  $d$  は制御対象 2 0 0 の定常偏差 (オフセット) を表す。

- 前記構成の制御システム 1 0 0 によれば「初期目標値  $y_1$ 」及び「定常偏差推定値  $d'$ 」が足し合わされ (式 (5) 参照)、両者の和 ( $= y_1 + d'$ ) が「1 次推定値  $y_1'$ 」としてリミッタ 1 1 1 に入力される。これに応じ、リミッタ 1 1 1 により式 (1) に従って「2 次推定値  $y_2'$ 」が決定・出力される。

- 「定常偏差推定値  $d'$ 」は直前の定常偏差  $d$  に基づき、直後に生じるであろうと推定される制御対象 2 0 0 の定常偏差  $d$  に相当する。

「1 次推定値  $y_1'$ 」は初期目標値  $y_1$  に一致するように操作量  $x$  が決定された場合、定常偏差  $d$  が考慮された上で推定される制御量  $y$  に相当する。

- 「2 次推定値  $y_2'$ 」は定常偏差  $d$  に加え、制御量  $y$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れないように最終目標値  $y_2$  が決定され、且つ、最終目標値  $y_2$  に一致するように操作量  $x$  が決定された場合、定常偏差  $d$  が考慮された上で推定される制御量  $y$  に相当する。

- また「2 次推定値  $y_2'$ 」から「定常偏差推定値  $d'$ 」が差し引かれ (式 (6) 参照)、両者の差 ( $= y_2' - d'$ ) が「最終目標値  $y_2$ 」として逆モデル演算部 1 1 2 に入力される。これに応じ、逆モデル演算部 1 1 2 により式 (2) に従って「操作量  $x$  ( $= G m^{-1} \cdot y_2$ )」が出力

される。

「最終目標値  $y_2$ 」は定常偏差  $d$  が考慮された上で、制御量  $y$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れないように決定される。「操作量  $x$ 」は最終目標値  $y_2$  に応じて決定される。

- 5 さらに最終目標値  $y_2$  に応じた第1フィルタ 113 の出力と、制御量  $y$  に応じた第2フィルタ 114 の出力とに基づき、式(4)に従って定常偏差推定値  $d'$  が決定される。

- そして前記のように「初期目標値  $y_1$ 」及び「定常偏差推定値  $d'$ 」の和 ( $= y_1 + d'$ ) が「1次推定値  $y_1'$ 」としてリミッタ 111 に入力され、リミッタ 111 から出力される「2次推定値  $y_2'$ 」と「定常偏差推定値  $d'$ 」との差 ( $= y_2' - d'$ ) が「最終目標値  $y_2$ 」として逆モデル演算部 112 に入力される。

- 第1実施形態の制御システム 100 によれば「1次推定値  $y_1'$ 」が「初期目標値  $y_1$ 」及び「定常偏差推定値  $d'$ 」の和 ( $= y_1 + d'$ ) として決定される(式(5)参照)。また「最終目標値  $y_2$ 」が「2次推定値  $y_2'$ 」及び「定常偏差推定値  $d'$ 」の差 ( $= y_2' - d'$ ) として決定される(式(6)参照)。また「1次推定値  $y_1'$ 」( $=$ 定常偏差  $d$  を考慮した上での制御量  $y$  の推定値)が許容範囲  $[y_-, y_+]$  内にある場合「1次推定値  $y_1'$ 」に一致する「2次推定値  $y_2'$ 」が決定される(式(1)参照)。

従って1次推定値  $y_1'$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  内にある場合、次式(8)に表されるように初期目標値  $y_1$  に一致する最終目標値  $y_2$  が決定される。即ち、初期目標値  $y_1$  から最終目標値  $y_2$  に到るまでの伝達要素が「1」とみなされ得る。

$$25 \quad y_2 = y_2' - d'$$

$$, \quad = y_1' - d'$$

$$= (y_1 + d') - d'$$

$$= y_1 \quad \cdots (8)$$

そして、最終目標値  $y_2$  に応じて操作量  $x$  が決定され（式（3）参照）、さらにこの操作量  $x$  を通じて制御量  $y$  が制御される（式（7）参照）。

初期目標値  $y_1$  がそのまま最終目標値  $y_2$  として決定され、さらに操作量  $x$  が決定されるため、初期目標値  $y_1$  に対する操作量  $x$  ひいては制御量  $y$  の位相遅れを著しく低減させることができる。

また、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れている場合、許容範囲  $[y_-, y_+]$  の下限値  $y_-$  又は上限値  $y_+$  に一致する2次推定値  $y_2'$  が決定される。その上で、2次推定値  $y_2'$  及び最終目標値  $y_2$  が決定される。これにより、定常偏差  $d$  がある場合でも制御量  $y$  が許容範囲から外れないように制御され得る。

さらに第1フィルタ 113 により定常偏差推定値  $d'$  の発振が抑制される。このため定常偏差推定値  $d'$  ひいては1次推定値  $y_1'$  が正確に推定され得る。そして、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  内にあるか否かに応じて最終目標値  $y_2$  が決定され、その上で制御量  $y$  が制御されることにより、定常偏差  $d$  の有無に関わらず、制御量  $y$  が許容範囲から外れないように安定に制御され得る。

より詳細に動作を説明すると、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れている場合、下限値  $y_-$  又は上限値  $y_+$  に一致する2次推定値  $y_2'$  が決定されるので、定常成分を除いたリミッタ 122 の入力から出力までの伝達関数は実質的に「0」となる（入力（1次推定値  $y_1'$ ）が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れている限り、当該入力がいくら変動しても出力（2次推定値  $y_2'$ ）は一定となる）。従って、式（2）～（7）を用い、2次推定値  $y_2'$ 、定常偏差  $d$  及び制御量  $y$  の

関係を求めることにより次式 (9) が得られる。

$$y = \left[ \frac{(T_1 T_2 s^2 + (T_1 + T_2) s + 1)}{(T_1 T_2 s^2 + 2 T_1 s + 1)} y_2' + \frac{(T_1 T_2 s^2 + T_1 s)}{(T_1 T_2 s^2 + 2 T_1 s + 1)} d \right] \quad \dots (9)$$

また、低周波数域 ( $s \sim 0$ ) では、式 (9) は次式 (10) のように近似され得る。

$$y \doteq y_2' \quad \dots (10)$$

即ち、制御量  $y$  は定常偏差  $d$  に関わらず、2次推定値  $y_2'$  に略一致する。以上より、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れている場合、制御量  $y$  は定常偏差  $d$  に関わらず下限値  $y_-$  又は上限値  $y_+$  に略一致する。

従って、定常偏差  $d$  が考慮された上で2次推定値  $y_2'$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  内に収まるように決定されることに加え、初期目標値  $y_i$  に対する制御量  $y$  の位相遅れが抑制される。これにより、制御量  $y$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れないように安定且つ精度よく制御され得る。

次に本発明の第2実施形態の制御システムについて図2を用いて説明する。

図2に示す第2実施形態の制御システム100のブロック線図は、図1に示す第1実施形態の制御システム100のブロック線図が等価変形された上で、低周波数域では  $T_1 s \sim 0$  と近似し得ることから (リミッタ) \* (時定数  $T_1$  の1次進みフィルタ (伝達要素  $T_1 s + 1$ )) の先後が (時定数  $T_1$  の1次進みフィルタ) \* (リミッタ) と変更される近似変形を経ることによって得られる。

また、式 (2) の  $G m^{-1} \cdot G \doteq 1$  という関係により、第1実施形態

の制御システム 100 における逆モデル演算部 112 が省略され、制御対象 200 の伝達要素が「1」とされている。

図 2 に示す第 2 実施形態の制御システム 100 は、フィルタ 121 と、リミッタ 122 と、積分ユニット 123 と、フィルタ 124 とを備えている。

フィルタ 121 は時定数  $T_1$  の 1 次進みフィルタであり、初期目標値  $y_1$  に応じて出力する。

リミッタ 122 は第 1 実施形態の制御システム 100 におけるリミッタ 111 と同様の構成である。

積分ユニット 123 は、リミッタ 122 の出力及びフィルタ 124 の出力の差の入力に応じて積分演算（時定数  $T_1$ ）を実行することで、最終目標値  $y_2$  を出力する。

フィルタ 124 は伝達要素  $\{(T_1 s + 1) / (T_2 s + 1)\}$  を有し、制御量  $y$  に応じて出力する。低周波数域では  $T_1 s \sim T_2 s \sim 0$  と近似し得るので、以下、フィルタ 124 の伝達要素を近似的に「1」として説明する。

積分ユニット 123 及びフィルタ 124 は「定常偏差推定手段」を構成する。第 2 実施形態では、定常偏差推定値  $d'$  は積分ユニット 123 の出力及びフィルタ 124 の出力の差として、次式 (11) に従って決定される。

$$\begin{aligned} d' &= \{(T_1 s + 1) / (T_2 s + 1)\} \cdot y - y_2 \\ &\approx 1 \cdot y - y_2 \quad \cdots (11) \end{aligned}$$

第 2 実施形態の制御システム 100 によれば、初期目標値  $y_1$  に応じたフィルタ 121 の出力（ $= (T_1 s + 1) \cdot y_1$ ）と、定常偏差推定値  $d'$ （ $= y - y_2$ ）とが足し合わせられ、両者の和が「1 次推定値  $y_1'$ 」としてリミッタ 122 に入力される。

「1次推定値  $y_1'$ 」に応じてリミッタ 122 から出力される「2次推定値  $y_2'$ 」(式(1)参照)から、フィルタ 124 の出力 ( $\hat{y}$ ) が差し引かれ、両者の差が積分ユニット 123 に通されることで「最終目標値  $y_2$  ( $= (y_2' - \hat{y}) \cdot \{1/T_1 s\}$ )」が決定される。

- 5 第2実施形態の制御システム 100 によれば、1次推定値  $y_1'$  が、許容範囲  $[y_-, y_+]$  内にある場合、次の関係式(12)に表されるように初期目標値  $y_1$  に一致する最終目標値  $y_2$  が決定される。即ち、初期目標値  $y_1$  から最終目標値  $y_2$  に到るまでの伝達要素が「1」とみなされ得る。

$$\begin{aligned}
 10 \quad y_2 &= (y_2' - \hat{y}) \cdot \{1/T_1 s\} \\
 &= (y_1' - \hat{y}) \cdot \{1/T_1 s\} \\
 &= ((T_1 s + 1) \cdot y_1 + d' - \hat{y}) \cdot \{1/T_1 s\} \\
 &= ((T_1 s + 1) \cdot y_1 + (y - y_2) - \hat{y}) \cdot \{1/T_1 s\} \\
 \therefore T_1 s \cdot y_2 &= (T_1 s + 1) \cdot y_1 - y_2
 \end{aligned}$$

$$15 \quad \therefore y_2 = y_1 \quad \cdots (12)$$

そして、最終目標値  $y_2$  に応じて制御量  $y$  が制御される。

初期目標値  $y_1$  がそのまま最終目標値  $y_2$  として決定され、さらに操作量  $x$  が決定されるため、初期目標値  $y_1$  に対する最終目標値  $y_2$  については制御量  $y$  の位相遅れを著しく低減させることができる。

- 20 また、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れている場合、許容範囲  $[y_-, y_+]$  の下限値  $y_-$  又は上限値  $y_+$  に一致する2次推定値  $y_2'$  が決定される。その上で、2次推定値  $y_2'$  最終目標値  $y_2$  が決定される。これにより、定常偏差  $d$  がある場合でも制御量  $y$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れないように制御され得る。

- 25 より詳細に動作を説明すると、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れている場合、下限値  $y_-$  又は上限値  $y_+$  に一致する2次推



定値  $y_2'$  が決定されるので、定常成分を除いたリミッタ 122 の入力から出力までの伝達関数は実質的に「0」となる（入力（1次推定値  $y_1'$ ）が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れている限り、当該入力がいくら変動しても出力（2次推定値  $y_2'$ ）は一定となる）。従って、2次推定値  $y_2'$ 、定常偏差  $d$  及び制御量  $y$  の関係を求めることにより次式（13）が得られる。

$$y = \{1 / (T_1 s + 1)\} y_2' + \{T_1 s / (T_1 s + 1)\} d \quad \cdots (13)$$

また、低周波数域（ $s \sim 0$ ）では、式（13）は次式（14）のように近似され得る。

$$y \doteq y_2' \quad \cdots (14)$$

即ち、制御量  $y$  は定常偏差  $d$  に関わらず、2次推定値  $y_2'$  に略一致する。以上より、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れている場合、制御量  $y$  は定常偏差  $d$  に関わらず下限値  $y_-$  又は上限値  $y_+$  に略一致する。

従って、定常偏差  $d$  が考慮された上で2次推定値  $y_2'$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  内に収まるように決定されることに加え、初期目標値  $y_1$  に対する制御量  $y$  の位相遅れが抑制される。これにより、制御量  $y$  が許容範囲  $[y_-, y_+]$  から外れないように安定且つ精度よく制御され得る。

続いて本発明の第3実施形態の制御システムについて図3を用い説明する。

図3に示す第3実施形態の制御システム100のブロック線図は、図1に示す第1実施形態の制御システム100における第1フィルタ113及び第2フィルタ114の時定数  $T_1$  及び  $T_2$  が同一の時定数  $T$  とされた上で、両フィルタ113及び114が1つのフィルタにまとめられ

ること得られる。

第3実施形態の制御システム100は、リミッタ131と、逆モデル演算部132と、フィルタ133とを備えている。

リミッタ131及び逆モデル演算部132は、第1実施形態の制御システム100におけるリミッタ111及び逆モデル演算部112と同様の構成である。フィルタ133は時定数Tの1次遅れフィルタである。

第3実施形態の制御システム100によれば、次式(15)に従って定常偏差推定値 $d'$ が決定される。

$$d' = \{1 / (Ts + 1)\} \cdot (y - y_2) \quad \cdots (15)$$

10 続いて本発明の第4実施形態の制御システムについて図4を用い説明する。

図4に示す第4実施形態の制御システム100のブロック線図は、図1に示す第1実施形態の制御システム100における第2フィルタ114が $T_2 s \sim 0$ という近似に基づき省略されることで得られる。

15 第4実施形態の制御システム100は、リミッタ141と、逆モデル演算部142と、フィルタ143とを備えている。

リミッタ141及び逆モデル演算部142は、第1実施形態の制御システム100におけるリミッタ111及び逆モデル演算部112と同様の構成である。フィルタ143は、第1実施形態の制御システム100における第1フィルタ113に対応し、時定数Tの1次遅れフィルタである。

第4実施形態の制御システム100によれば、次式(16)に従って定常偏差推定値 $d'$ が決定される。

$$d' = y - \{1 / (Ts + 1)\} \cdot y_2 \quad \cdots (16)$$

25 次に本発明の第5実施形態の制御システムについて図5を用いて説明する。

図5に示す第5実施形態の制御システム100は、リミッタ151と、  
 操作量決定ユニット152と、フィルタ153とを備えている。リミッ  
 タ151、操作量決定ユニット152、フィルタ153は、それぞれ図  
 4に示す第4実施形態の制御システム100におけるリミッタ141、  
 逆モデル演算部142、フィルタ143に相当する。但し、第4実施形  
 態においては、直列補償要素として逆モデル演算部142が制御シス  
 テム100の前段に挿入されることにより、フィードフォワード的に位相  
 特性が改善されている。

これに対し、第5実施形態においては、フィードバック型の操作量決  
 定ユニット152によって位相特性が改善されている。第5実施形態の  
 制御システム100によれば、印加電圧（操作量）Eを通じ、モータ  
 （制御対象）200の速度（制御量） $v$ が制御されるが、この制御につ  
 いて以下説明する。

第5実施形態では、モータ電流 $I$ の初期目標値 $I_1$ はモータ速度 $v$ と  
 その初期目標値 $v_1$ との偏差 $v_1 - v$ に基づき、次式(17)に従って  
 決定される。

$$I_1 = K_{vv} \cdot (v_1 - v) \quad \cdots (17)$$

ここで $K_{vv}$ は所定のゲインである。

また、操作量決定ユニット152により、モータ電流 $I$ 及びその最終  
 目標値 $I_2$ の差（ $= I_2 - I$ ）に応じ、次式(18)に従ってモータ2  
 00への印加電圧Eが決定される。

$$E = G' \cdot (K_{ip} + K_{iv}s) \cdot (I_2 - I) \quad \cdots (18)$$

ここで $G'$ はPWM信号に従って電源（図示略）からモータ200へ  
 の印加電圧Eを制御するスイッチング素子の伝達要素であり、 $K_{ip}$ 及  
 び $K_{iv}$ はそれぞれPWM信号生成のためのPD制御則におけるPゲイ  
 ン及びDゲインである。

電圧  $E$  の印加に応じたモータ電流  $I$  及びモータ速度  $v$  はそれぞれ次式 (19) 及び (20) に従って表される。

$$I = \{1 / (R + L s)\} \cdot (E - K_E v) \quad \cdots (19)$$

$$v = (K_T / J s) \cdot I \quad \cdots (20)$$

- 5  $R$  はモータ抵抗であり、 $L$  はモータインダクタンスであり、 $K_E$  は誘起電圧定数であり、 $K_T$  はトルク定数であり、 $J$  はモータイナーシャを表す。

第5実施形態の制御システム100によれば、モータ200の逆起電力  $K_E v$  によって生じる電流制御オフセット  $d$  の推定値 (定常偏差推定値)  $d'$  は次式 (21) に従って決定される。

$$d' = 1 \cdot I - \{1 / (T s + 1)\} \cdot I_2 \quad \cdots (21)$$

第5実施形態の制御システム100によれば、モータ200に逆起電力  $K_E v$  が生じて、モータ電流  $I$  がその許容範囲  $[I_-, I_+]$  内に収まるように、且つ、モータ速度  $v$  が許容範囲  $[v_-, v_+]$  内に収まるように、安定且つ精度よく制御され得る。

続いて本発明の第6実施形態の制御システムについて図6、図8及び図9を用いて説明する。図6に示す制御システム100により、図8に示すマニピュレータのアーム202の関節に取り付けられたモータ200 (制御対象) の角度 (制御量)  $y = (\theta, \phi)$  が制御される。これによってアーム202の先端部に取り付けられたハンド204の位置 (物体220からの高さ  $h$  等) が制御される。

図6に示す第6実施形態の制御システム100は、リミッタ161と、操作量決定ユニット162と、フィルタ163とを備えている。

リミッタ161は図8に示すマニピュレータのアーム202の関節角度 (=モータ角度)  $y = (\theta, \phi)$  の1次推定値  $y_1' = (\theta_1', \phi_1')$  が図9に示す許容範囲内にある場合、1次推定値  $y_1' = (\theta_1',$

$\phi_1'$ ) に一致する 2 次推定値  $y_2' = (\theta_2', \phi_2')$  を決定する。  
 一方、リミッタ 161 は 1 次推定値  $y_1' = (\theta_1', \phi_1')$  が図 9 に  
 示す許容範囲から外れている場合、1 次推定値  $y_1' = (\theta_1', \phi_1')$  に最も近い（距離ノルムが最小となる）許容範囲の境界値に一致  
 5 する 2 次推定値  $y_2' = (\theta_2', \phi_2')$  を決定する。

操作量決定ユニット 162 は、最終目標値  $y_2 = (\theta_2, \phi_2)$  及び  
 制御量  $y = (\theta, \phi)$  との偏差の入力に応じ、次式 (22) に従ってモ  
 ータ電流（操作量） $x = (i, j)$  を出力する。

$$x = (K_{pp} + K_{pv}s)(y_2 - y) \quad \cdots (22)$$

10 ここで  $K_{pp}$ 、 $K_{pv}$  はそれぞれ操作量決定ユニット 162 が従う P D  
 制御則の P ゲイン、D ゲインである。

フィルタ 163 は  $2 \times 2$  の対角行列  $F$  として次式 (23) で表される。

$$F = \text{diag} [1 / (Ts + 1), 1 / (Ts + 1)] \quad \cdots (23)$$

第 6 実施形態の制御システム 100 によれば、モータ 200 に定常偏  
 15 差  $d$  が生じて、関節角度  $y = (\theta, \phi)$  がその許容範囲（図 9 参照）  
 内に収まるように、安定且つ精度よく制御され得る。また、アーム 20  
 2 の先端部に取り付けられたハンド 204 の位置もその許容範囲から超  
 えないように制御され得る。

なお、操作量  $x$  及び制御量  $y$  等が  $n$  次元ベクトル ( $n \geq 3$ ) として表  
 20 現されてもよい。このとき、フィルタは遅れ要素を対角成分として有す  
 る  $n \times n$  の対角行列として表される（式 (19) 参照）。但し、定常偏  
 差  $d$  が無視され得る制御量成分については対角成分は「1」とされても  
 よい。

$n \times n$  の対角行列として表現される写像  $f$  により、図 10 に概念的に  
 25 示される  $n$  次元の 1 次推定値空間の点  $P_1 \sim P_4$  が、 $n$  次元の 2 次推定  
 値空間に写像される。1 次推定値空間において許容範囲  $C$  内にある点  $P$

2、 $P_3$  の写像  $f(P_2) = Q_2$ 、 $f(P_3) = Q_3$  は点  $P_2$ 、 $P_3$  にそれぞれ一致する。また、1次推定値空間において許容範囲  $C$  から外れている点  $P_1$ 、 $P_4$  の写像  $f(P_1) = Q_1$ 、 $f(P_4) = Q_4$  は、点  $P_1$ 、 $P_4$  に近い許容範囲  $C$  の境界値にそれぞれ写像される。なお、写  
5 像関数  $f$  が滑らかな関数、即ち、 $grad$  が急激に変化しない関数にされてもよい。これにより、制御量  $y$  の時間変化も滑らかになる。

また、前記実施形態における制御システム 100 が前進差分、後退差分、双一次変換等によって離散化されてもよい。

例えば、図 2 に示す第 2 実施形態の制御システム 100 が前進差分に  
10 よって離散化された場合の制御システム 100 のブロック線図を図 11 に示す。

図 11 に示す制御システム 100 のブロック線図は、図 2 に示す第 2 実施形態における制御システム 100 において伝達要素  $Gm^{-1}$  及び  $G$  がともに「1」に近似された上で、前進差分によって離散化されること  
15 で得られる。ここで、 $\Delta T$  は制御周期である。伝達要素  $1/z$  のユニットの出力は、初期目標値  $y_1$  又は最終目標値  $y_2$  よりなるユニット入力の前回値（時間  $\Delta T$  前に決定された当該ユニット入力）を表す。時定数  $T$  は  $\Delta T$  以上の値に設定されている。

前記実施形態のうちいずれかにおいて、フィルタの伝達要素がより一  
20 般的に表現されてもよい。

例えば、図 1 に示す第 1 実施形態の制御システム 100 において、第 1 フィルタ 113 の伝達要素  $F_1$  が  $B_1(s)$  及び  $B_1(s)$  より低次の  $C_1(s)$  により次式 (24) で一般形として表されてもよい。また第 2 フィルタ 114 の伝達要素  $F_2$  が  $B_2(s)$  及び  $C_1(s)$  と同次  
25 又はより低次の  $C_2(s)$  により次式 (25) で一般形として表されてもよい。

$$F_1 = C_1(s) / B_1(s) \quad \cdots (24)$$

$$F_2 = C_2(s) / B_2(s) \quad \cdots (25)$$

制御ユニット100に、マニュアルや他の制御システム（図示略）によって決定される初期操作量 $x_1$ の入力に応じ、次式（26）に従って

- 5 初期目標値 $y_1$ を決定する初期目標値決定ユニット（図示略）が備えられてもよい。初期目標値決定ユニットの伝達要素 $G_m$ は、逆モデル演算部112等の伝達要素 $G_m^{-1}$ の逆関数に相当する。

$$y_1 = G_m \cdot x_1 \quad \cdots (26)$$

## 請 求 の 範 囲

1. 操作量  $x$  を通じて制御対象の制御量  $y$  が制御される制御システムであって

- 5 制御量  $y$  及び最終目標値  $y_2$  に基づき、制御対象における定常偏差  $d$  を、定常偏差推定値  $d'$  として推定する定常偏差推定手段と、

少なくとも初期目標値  $y_1$  及び定常偏差推定値  $d'$  に基づき、初期目標値  $y_1$  に応じた制御対象の制御量  $y$  を、1次推定値  $y_1'$  として推定する1次推定手段と、

- 10 1次推定値  $y_1'$  が許容範囲内にある場合は初期目標値  $y_1$  に一致する最終目標値  $y_2$  を決定する一方、1次推定値  $y_1'$  が許容範囲から外れている場合は少なくとも該許容範囲の境界値に基づき最終目標値  $y_2$  を決定する目標値決定手段と、

- 最終目標値  $y_2$  に応じて操作量  $x$  を決定する操作量決定手段とを備えていることを特徴とする制御システム。
- 15

2. 定常偏差推定手段が、制御量  $y$  と、最終目標値  $y_2$  をローパスフィルタ又は遅延手段に通した値との差を定常偏差推定値  $d'$  として推定することを特徴とする請求項1記載の制御システム。

3. 定常偏差推定手段が、制御量  $y$  をローパスフィルタ又は遅延手段に通した値と、最終目標値  $y_2$  をローパスフィルタ又は遅延手段に通した値との差を定常偏差推定値  $d'$  として推定することを特徴とする請求項1記載の制御システム。
- 20

4. 定常偏差推定手段が、制御量  $y$  と、最終目標値  $y_2$  との差をローパスフィルタ若しくは遅延手段に通した値を定常偏差推定値  $d'$  として推定することを特徴とする請求項1記載の制御システム。
- 25

5. 1次推定手段が初期目標値  $y_1$  と定常偏差推定値  $d'$  との和、又は



該和  $y_1 + d'$  をローパスフィルタ若しくは遅延手段に通した値を 1 次推定値  $y_1'$  として推定することを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 記載の制御システム。

6. 1 次推定値  $y_1'$  が許容範囲内にある場合は 1 次推定値  $y_1'$  をそのまま 2 次推定値  $y_2'$  として推定する一方、1 次推定値  $y_1'$  が許容範囲から外れている場合は該許容範囲内の値を 2 次推定値  $y_2'$  として推定する 2 次推定手段を備え、目標値決定手段が 2 次推定値  $y_2'$  及び定常偏差推定値  $d'$  に基づき最終目標値  $y_2$  を決定することを特徴とする請求項 1、2、3、4 又は 5 記載の制御システム。

10 7. 2 次推定手段が 1 次推定値  $y_1'$  に基づき、1 次推定値  $y_1'$  から 2 次推定値  $y_2'$  への連続又は滑らかな写像に従って 2 次推定値  $y_2'$  を決定することを特徴とする請求項 6 記載の制御システム。

8. 目標値決定手段が 2 次推定値  $y_2'$  から定常偏差推定値  $d'$  を減じることにより最終目標値  $y_2$  を決定することを特徴とする請求項 6 又は 15 7 記載の制御システム。

9. 目標値決定手段が制御量  $y$  と 2 次推定値  $y_2'$  との差、又は 2 次推定値  $y_2'$  と、制御量  $y$  をフィルタ若しくは遅延手段に通した値との差に基づき、該差を 0 に収束させる制御則に従って最終目標値  $y_2$  を決定することを特徴とする請求項 6 又は 7 記載の制御システム。

20 10. 目標値決定手段が制御量  $y$  と 2 次推定値  $y_2'$  との差、又は制御量  $y$  をローパスフィルタ若しくは遅延手段に通した値と 2 次推定値  $y_2'$  との差を、少なくとも積分を有する伝達要素に通すことにより、最終目標値  $y_2$  を決定することを特徴とする請求項 9 記載の制御システム。

11. 操作量決定手段が制御対象の伝達関数  $G$  との間で  $Gm^{-1} \cdot G \doteq 1$  という関係を満たす伝達関数  $Gm^{-1}$  を有することを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 又は 10 記載の制御システム。

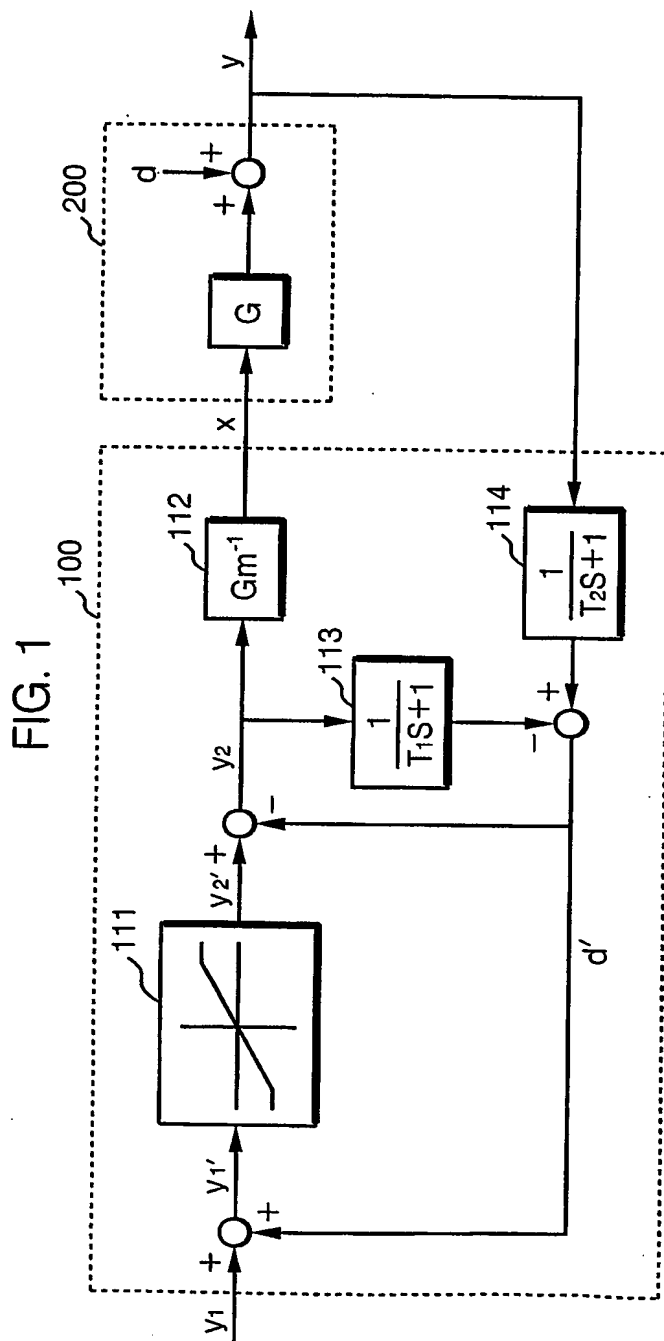


FIG. 2

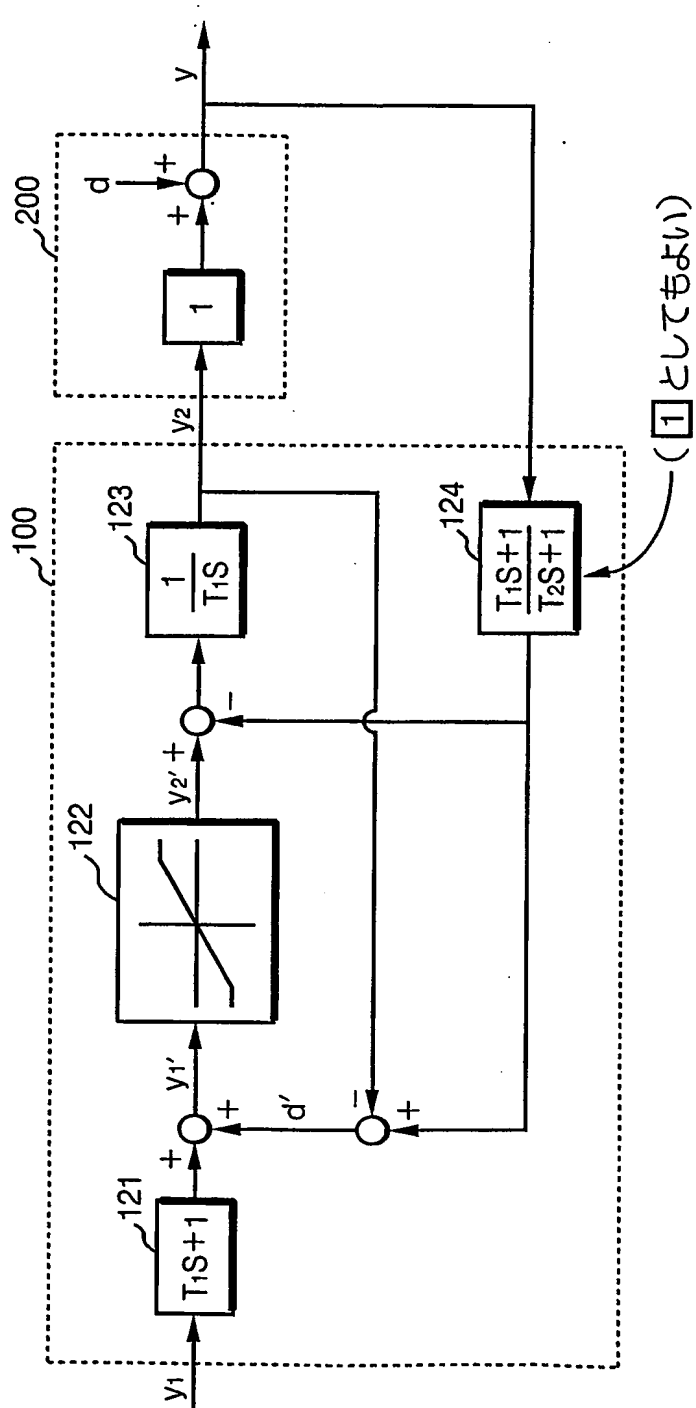
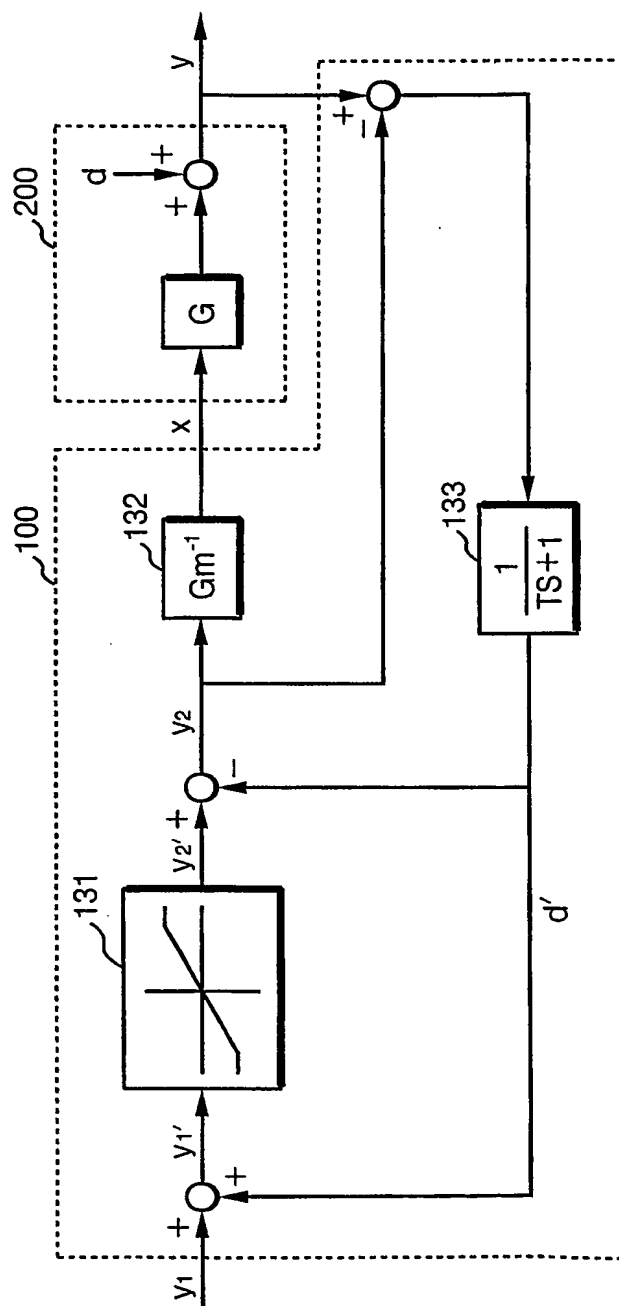


FIG. 3



4/11

FIG. 4

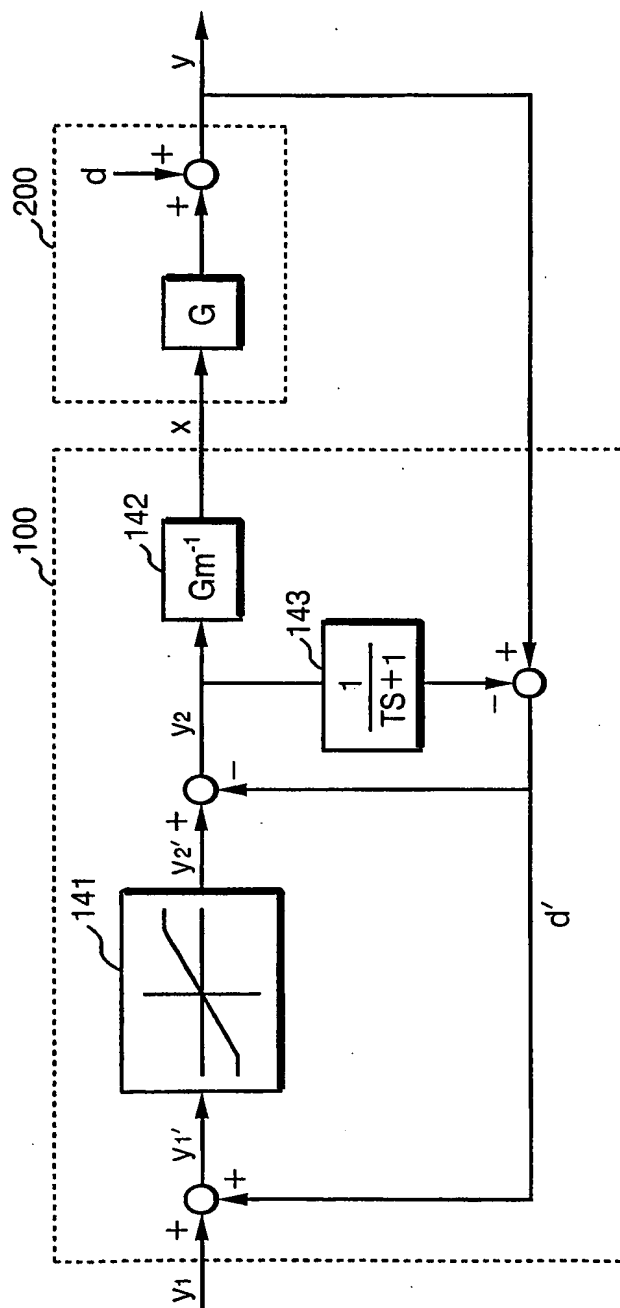
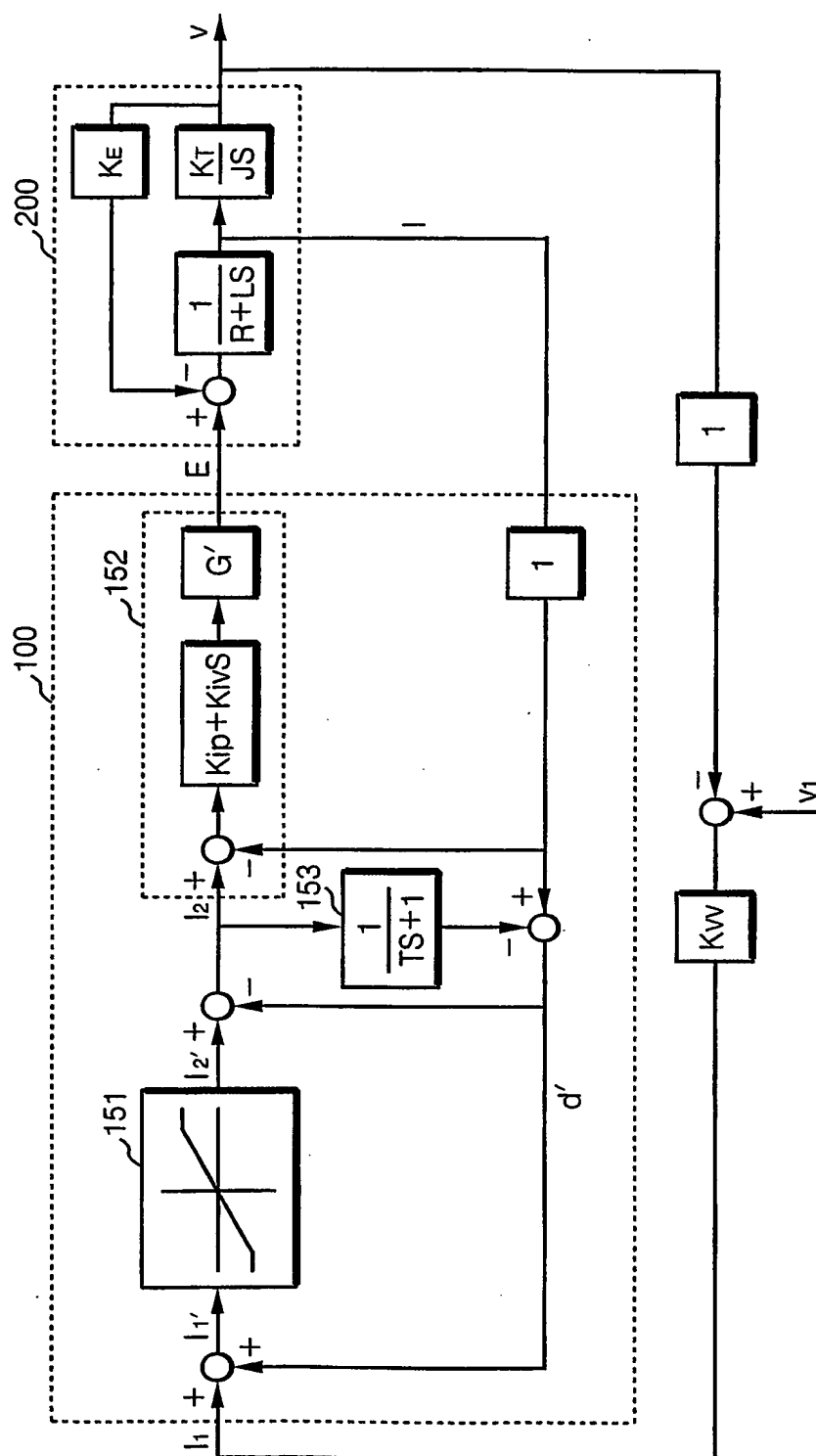
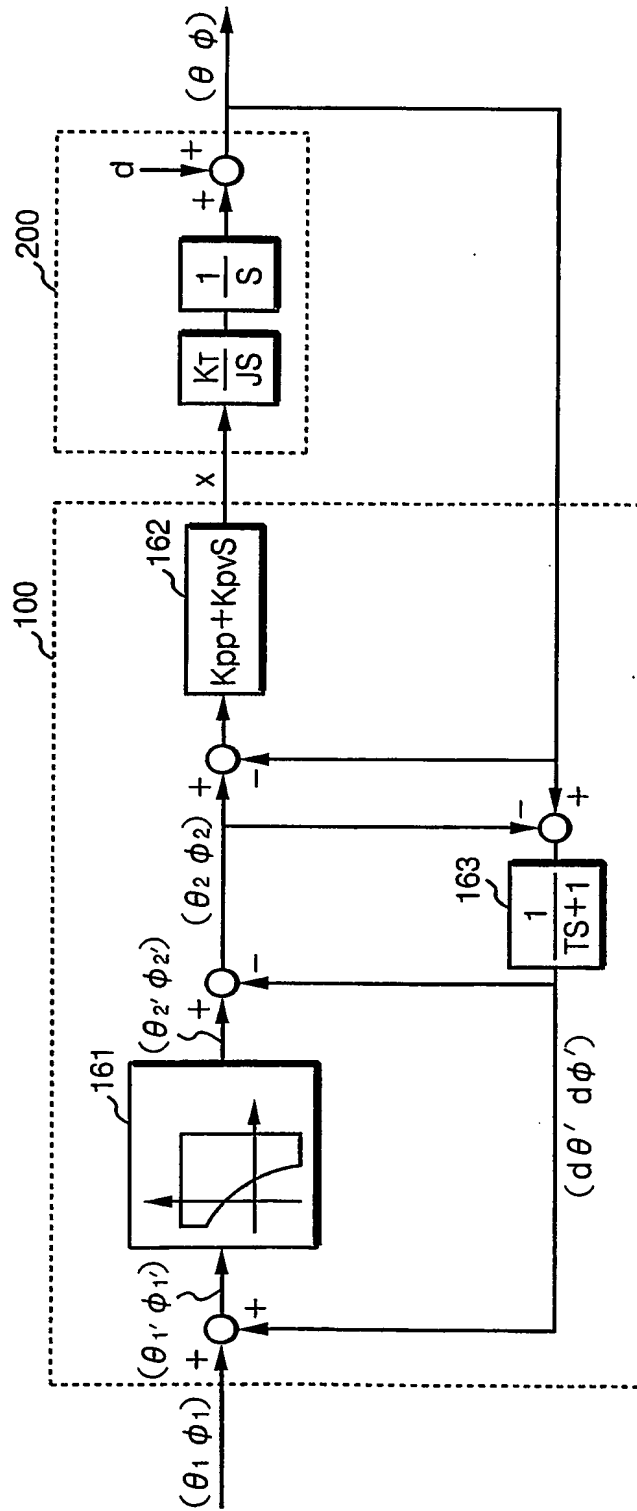


FIG. 5



6/11

FIG. 6



7/11

FIG. 7(a)

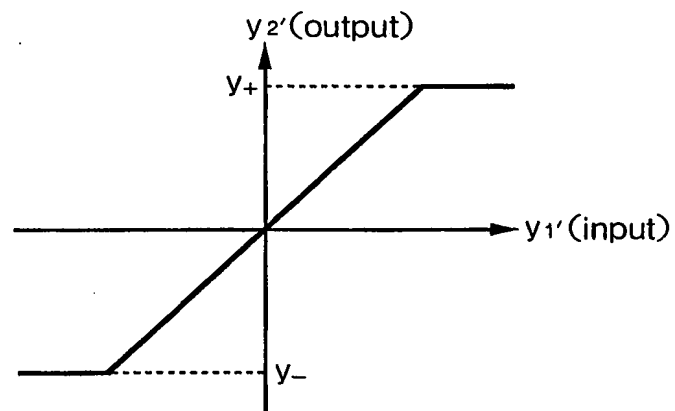
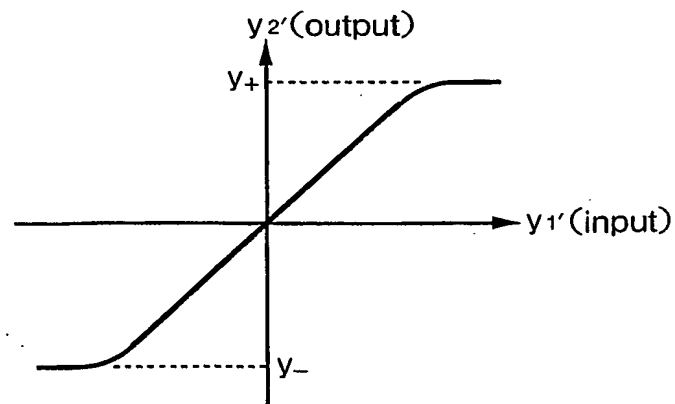


FIG. 7(b)





8/11

FIG. 8

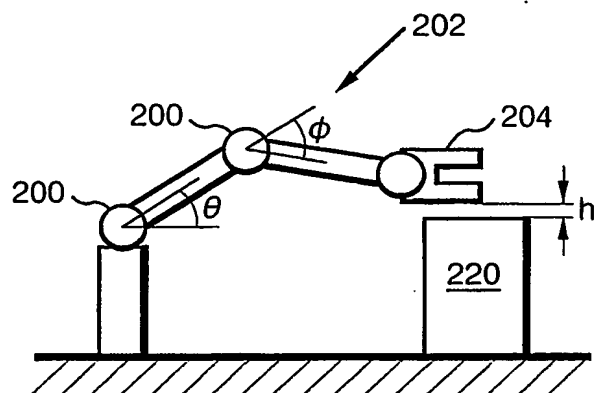
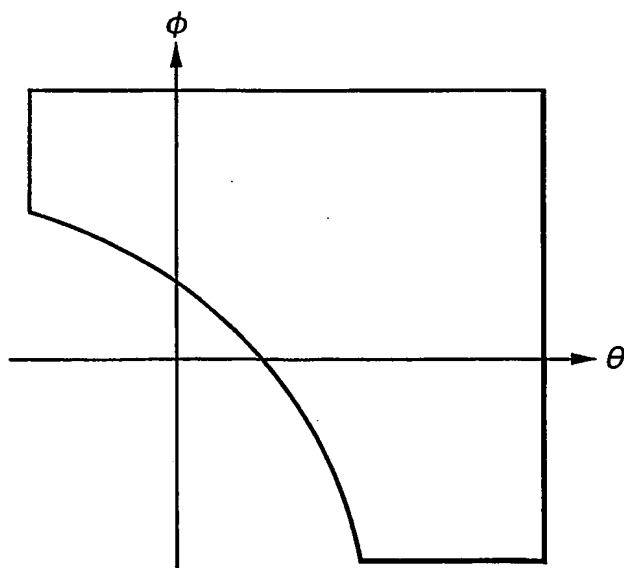


FIG. 9



9/11

FIG. 10

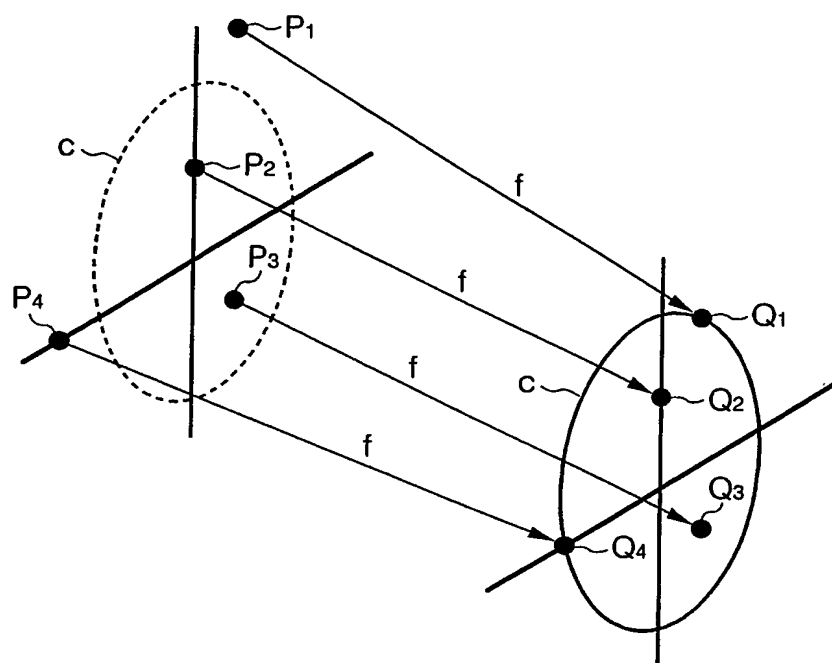


FIG. 11

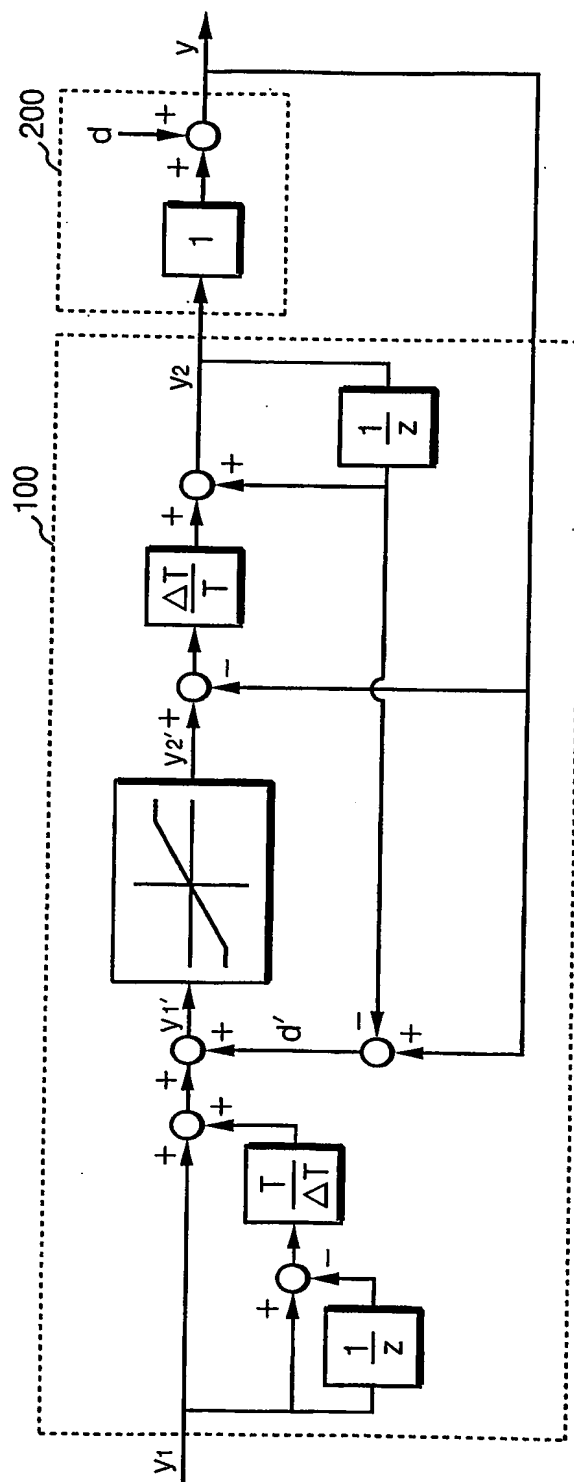
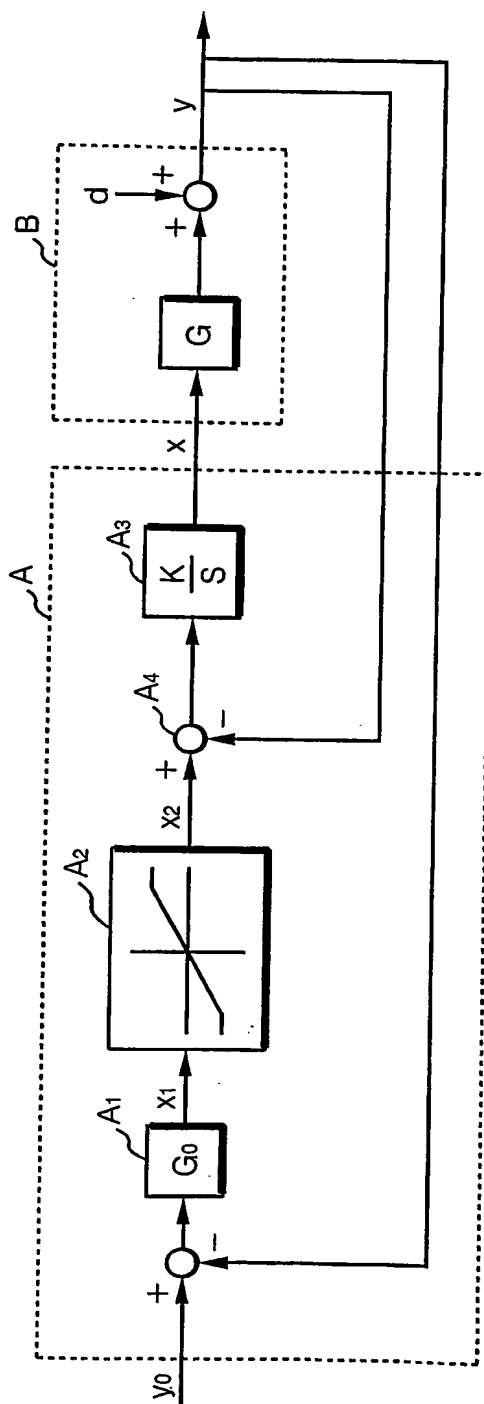


FIG. 12



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/13593

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G05B11/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G05B11/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 1-152504 A (Toshiba Corp.), 15 June, 1989 (15.06.89), Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-11
A	JP 5-250004 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 28 September, 1993 (28.09.93), Fig. 1 (Family: none)	1-11
A	JP 2-299003 A (Nippon Steel Corp.), 11 December, 1990 (11.12.90), Page 3, upper left column, lines 18 to 20; Fig. 12 (Family: none)	2-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
07 April, 2003 (07.04.03)Date of mailing of the international search report  
22 April, 2003 (22.04.03)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/13593

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-95744 A (Hitachi, Ltd.), 08 April, 1994 (08.04.94), Fig. 8 (Family: none)	2-4
A	JP 5-2406 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 08 January, 1993 (08.01.93), Par. No. [0003]; Fig. 9 (Family: none)	2-4, 11

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G05B11/36

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G05B11/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

( )

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 1-152504 A (株式会社東芝) 1989. 06. 15, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 5-250004 A (松下電器産業株式会社) 1993. 09. 28, 図1 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2-299003 A (新日本製鐵株式会社) 1990. 12. 11, 第3頁左上欄第18-20行, 第12図 (ファミリーなし)	2-4
A	JP 6-95744 A (株式会社日立製作所) 1994. 04. 08, 図8 (ファミリーなし)	2-4
A	JP 5-2406 A (日産自動車株式会社) 1993. 01. 08, 第0003段落, 図9 (ファミリーなし)	2-4, 11

[ ] C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 04. 03

国際調査報告の発送日

22.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

槻木澤 昌司



3H

9326

電話番号 03-3581-1101 内線 3314